

VIBRATION DETECTOR

Patent Number: JP6082301
Publication date: 1994-03-22
Inventor(s): TOKIOKA MASAKI; others: 05
Applicant(s): CANON INC
Requested Patent: ☐ JP6082301
Application Number: JP19920236807 19920904
Priority Number(s):
IPC Classification: G01H11/08; G01H11/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To provide an inexpensive vibration detector of simple structure, preventing detection signals from electromagnetic noises mixed in the signals due to a vibration.
CONSTITUTION: An oscillation sensor 6 converts a mechanical oscillation propagated through an oscillation transfer plate 10 into an electric signal. The electric signal is inputted to a preamplifier through a signal wiring layer of a flexible cable 8 to be amplified. A conductive film is connected to a signal ground layer of the cable 8, electromagnetically shields the sensor 6 and prevents an electromagnetic noise from entering into the sensor 6.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-82301

(43)公開日 平成6年(1994)3月22日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 1 H 11/08
11/00

識別記号

Z 8117-2G
8117-2G

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-236807

(22)出願日 平成4年(1992)9月4日

(71)出願人 000001007

キャノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 時岡 正樹

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャ
ノン株式会社内

(72)発明者 兼子 潔

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャ
ノン株式会社内

(72)発明者 田中 淳

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャ
ノン株式会社内

(74)代理人 弁理士 大塚 康徳 (外1名)

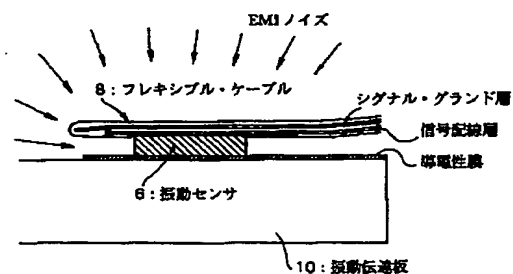
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 振動検出装置

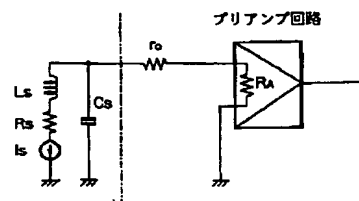
(57)【要約】

【目的】振動センサによる検出信号へ乗る電磁ノイズを防止し、簡単な構成で安価な振動検出装置を提供する。

【構成】振動センサ6は、振動伝達板10を伝播する機械振動を電気信号に変換する。電気信号はフレキシブルケーブル8の信号配線層を通してプリアンプ回路入力され増幅される。導電性膜はフレキシブルケーブル8のシグナルグランド層に接続されており、振動センサ6を電磁シールドして振動センサ6に入り込む電磁ノイズを防止する。



(a)



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 機械振動を電気信号に変換して検出する振動検出装置であって、

機械振動を電気信号に変換する振動センサと、
基材に伝導性の配線パターンが層状に形成され、1層は前記振動センサの一方の電極に電気的に接続された信号層であり、1層は前記振動センサの他方の電極と電気的に接続され、前記振動センサを基材を介して覆うように配置された、前記振動センサ電極の少なくとも2倍の面積の均一なベタパターンを有するシグナルグランド層であるような、少なくとも2層のパターンを有する導通手段と、を備えることを特徴とする振動検出装置。

【請求項2】 前記導通手段には、前記振動センサによる電気信号の増幅回路を接続する増幅回路用ランドと、電源電力を入力して前記増幅回路により増幅された電気信号を出力する出力用ランドとが設けられることを特徴とする請求項1項記載の振動検出装置。

【請求項3】 前記振動センサは圧電振動子であって、径方向振動あるいは厚み振動あるいはすべり振動の振動モードの板形状であることを特徴とする請求項1項記載の振動検出装置。

【請求項4】 前記導通手段の前記信号層における前記振動センサ電極に接続される位置に、加熱することで前記振動センサの電極と半田付けされるような半田パンプをあらかじめ形成することを特徴とする請求項1項記載の振動検出装置。

【請求項5】 前記導通手段はフレキシブルプリント基板であることを特徴とする請求項1項記載の振動検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、振動伝搬媒体を伝播する振動を検知し、振動の振幅や位相（時間）を検出する振動検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】通常、超音波深傷器や医療診断装置、超音波座標入力装置などの超音波振動を利用した機器においては、振動発生手段から発生した振動が振動伝搬媒質の所定位置に設けられた振動センサに到達するまでに要する時間（位相）や振幅を計測し、対象までの距離や形状、または材質を算出していた。

【0003】ところで、前記振動センサは、前記振動の周波数帯で数十～数百K Ω 以上の高い純抵抗値を持つものが多いために外部からの電磁誘導ノイズを受けやすく、また検出する信号自体も微弱なため十分な電磁シールドを行う必要があった。具体的には、肉厚1mm程度の銅や鉄などのシールドボックスでセンサのシグナル電極側を囲ったり、シールドテープを上から幾重にも張り付けたっていた。

【0004】また、振動検出センサで検知した信号は信

号処理回路に入力して処理する前に前置増幅回路（プリアンプ回路）を通して増幅しているが、センサ電極から信号処理回路前段のプリアンプ回路へのリード配線は、リード線と金属部材とで行っていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、超音波振動を利用した機器が小型で、特に振動センサ部が小さいものが要求される場合、前記電磁シールド用のシールドボックスは小型化の障害となる。

【0006】さらに、シールドボックスやシールドテープは必要な形状への加工費も考えるとコストアップの原因ともなっていた。

【0007】また、前記プリアンプ回路は、S/Nを上げるためにも振動センサの近くに配置する必要があるために、振動センサからプリアンプ回路への配線と、プリアンプ回路から振動処理回路への配線というふうに、各センサ毎に2段階に信号配線する必要があり、ハーネス（信号用電線モジュール）及びコネクタ等の結線部品のために必要な体積やコストもばかにならなかった。

【0008】本発明は上記従来例に鑑みて成されたもので、振動センサの電磁シールド及び振動センサ回りの配線を、小型かつ安価に構成した振動検出装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の振動検出装置は以下に示す構成を備える。

【0010】機械振動を電気信号に変換して検出する振動検出装置であって、機械振動を電気信号に変換する振動センサと、基材に伝導性の配線パターンが層状に形成され、1層は前記振動センサの一方の電極に電気的に接続された信号層であり、1層は前記振動センサの他方の電極と電気的に接続され、前記振動センサを基材を介して覆うように配置された、前記振動センサ電極の少なくとも2倍の面積の均一なベタパターンを有するシグナルグランド層であるような、少なくとも2層のパターンを有する導通手段とを備える。

【0011】

【作用】上記構成により、振動センサにより機械振動を電気信号に変換し、電気信号をケーブルの配線パターンにより導通させる。振動センサは、その電極を導通手段に接続され、導通手段の基材を介して振動センサの少なくとも2倍の面積のシグナルグランド層に覆われて、電磁シールドされる。

【0012】

【実施例】本発明の実施例として、超音波振動を利用した座標入力装置について説明するが、他の振動検出を行う機器でも同様である。

【0013】図1は本実施例に於ける座標入力装置の構造を示している。図中、1は装置全体を制御すると共に、座標位置を算出する演算制御回路である。2は振動

子駆動回路であって、振動ペン3内のペン先を振動させるものである。10はアクリルやガラス板等、透明部材からなる振動伝達板であり、振動ペン3による座標入力、この振動伝達板10上をタッチすることで行う。つまり、図示に実線で示す符号Aの領域（以下、有効エリアと呼ぶ）内を振動ペン3で指定する事で、振動ペン3で発生した振動が振動伝達板8に入射された振動を計測・処理することで振動ペン3の位置座標を算出することができるようにしたものである。

【0014】振動伝達板10を伝播してきた波が端面で反射し、その反射波が中央部に戻るのを防止（減少）するために、振動伝達板10の外周には防振材9が設けられ、図1に示すように防振材9の内側近傍に圧電素子等、機械的振動を電気信号に変換する振動センサ6a～6dが固定されている。7a～7dは各振動センサの出力を所望の振幅にまで増幅するブリアンプ回路で、それぞれ振動センサのそばに配設される。11は各振動センサ6a～6dで振動を検出した信号を演算制御回路1に出力する信号波形検出回路である。振動センサ6a～6dとブリアンプ回路7a～7dから信号波形検出回路11までの配線は、各々1枚のフレキシブルケーブル8a～8dにより行われる。13は液晶表示器等のドット単位の表示が可能なディスプレイであり、振動伝達板の背後に配置している。そしてディスプレイ駆動回路12の駆動により振動ペン3によりなぞられた位置にドットを表示し、それを振動伝達板10（透明部材からなる）を透かして見る事が可能になっている。

【0015】振動ペン3に内蔵された振動子4は、振動子駆動回路2によって駆動される。振動子4の駆動信号は演算制御回路1から低レベルのパルス信号として供給され、振動子駆動回路2によって所定のゲインで増幅された後、振動子4に印加される。電気的な駆動信号は振動子4によって機械的な振動に変換され、ペン先5を介して振動伝達板10に伝達される。

【0016】ここで振動子4の振動周波数はガラスなどの振動伝達板10に板波を発生する事が出来る値に選択される。また、振動子4の振動周波数をペン先5を含んだ共振周波数とする事で効率のよい振動変換が可能である。上記のようにして振動伝達板10に伝えられる弾性波は板波であり、表面波などに比して振動伝達板の表面の傷、障害物等の影響を受けにくいという利点を有する。

【0017】上述した構成に於いて、演算制御回路1は所定周期毎（例えば5ms毎）に振動子駆動回路2、振動ペン3内の振動子4を駆動させる信号を出力すると共に、その内部タイマ（カウンタで構成されている）による計時を開始させる。そして、振動ペン3より発生した振動は振動伝達板8上を伝搬し、振動センサ6a～6d迄の距離に応じて遅延して到達する。信号波形検出回路は各振動センサ6a～6dからの信号を検出して、後述

する波形検出処理により各振動センサへの振動到達タイミングを示す信号を生成するが、演算制御回路1は各センサ毎のこの信号を入力し、各々の振動センサ6a～6dまでの振動到達時間の検出し、振動子伝達遅延時間を用いて振動ペンの座標位置を算出する。

【0018】また、演算制御回路1は、この算出された振動ペン3の位置情報を基にディスプレイ駆動回路12を駆動して、ディスプレイ13による表示を制御したり、或はシリアル、パラレル通信によって外部機器に座標出力を行う。

【0019】＜フレキシブルケーブルによる配線の説明（図2）＞図2に、振動センサ6とブリアンプ7、さらに、信号波形検出回路11を配線するフレキシブルケーブル8の概略外形図を示す。フレキシブルケーブル8は、表側に信号配線パターン、裏側にシグナルグランドのパターンを持つ2層構造のFPC（Flexible Printed Circuit）である。但し、ブリアンプ用ランド部分は裏側のシグナルグランドパターンが抜けており、表側の信号配線パターンが裏側からランドとしてリード可能な構造となっている。

【0020】表側の信号用ランドは、振動センサの信号取り出し電極位置にくるように設けられ、外部から板バネなどで押さえることで電極に接してセンサ出力を取り出す。あるいは、熱を加えることで振動センサ6の信号取り出し電極と半田付けされるような半田バンプをあらかじめ形成おき、位置決めして過熱することで固定できるようにしておいても良い。

【0021】GND用ランドは、信号伝達板10上に印刷やメッキ或は蒸着等によって形成した導電性シート或は導電性膜上に位置するように設けられ、半田付けや圧着あるいは接着によって接続されて導通がとられる。信号伝達板10上の導電性シート或は導電性膜には、振動センサ6a～6dが接着されているために、ケーブル8の信号用ランドとGND用ランドとをそれぞれ前述の位置へと接続するだけで振動センサへの電気的な配線は完了する。

【0022】裏側のブリアンプ用ランドは、振動センサ周辺に配設されたブリアンプ回路7を接続するために用意されている。図2では、ブリアンプ回路7の基板上のランドに直接半田付けするためのFPCのランド形状としたが、ブリアンプ回路基板上にFPC用コネクタを設けておき、FPCブリアンプ用ランドをコネクタ用に変えても良い。

【0023】図2の信号出力用ランドは、ブリアンプ回路7によって所望の振幅値に増幅されたセンサ出力信号を、信号波形検出回路11に出力するための配線用ランドと、逆にブリアンプ回路7に供給される電源と電源グランドの配線ランドであり、信号波形検出回路11が搭載されている回路基板上に設けられたFPC用コネクタに接続する。

【0024】また、フレキシブルケーブル8は防振材7上に両面テープで固定し、位置決め穴で位置決めを行うことで、各ランドを適正な位置に固定することができる。

【0025】<シールド効果の説明(図3)>図3

(a)にフレキシブルケーブル8を用いて配線した振動センサ周辺の断面図を示す。金属配線パターンは、図中で示した様に2層構造であり、センサ側(図の下側)が信号配線パターンで、その上部に絶縁性のケーブル基材を隔ててシグナルグランドパターンを設けている。シグナルグランドパターンの形状は振動センサ径の約2倍以上で大きめにできており、かつ振動センサを板形状の薄型のものとすれば、空中を伝搬してくる電磁誘導ノイズは振動センサへは一部しか到達せず、十分なシールド効果が得られる。

【0026】図3(b)に、振動センサ6とブリアンプ回路8入力部分の電気的な等価回路を示す。 R_a がブリアンプ回路入力インピーダンスであり、小型で高利得なトランジスタ回路では約数百K Ω の値をとる。 r はフレキシブルケーブルのもつ抵抗値で、1 Ω 以下の値である。定電流 I_s は、検出した振動に対してほぼ比例した値で発生する電流であり、 R_s 、 L_s 、 C_s は振動センサのインピーダンスである。等価回路からわかるように、検出する振動を効率よくブリアンプで増幅するためには、 $R_a \gg R_s$ 、 $\gg r$ の関係が望ましい。実際の R_s は10~100K Ω であるので、ほぼその範囲内にある。

【0027】さて、電磁誘導ノイズは、一般的に飛び込むノイズの波長に近い導体パターン、L(インダクタンス)成分やC(キャパシタンス)成分等で構成される共振回路パターンに飛び込みやすいと言われており、後者の場合共振回路内の純抵抗値が大きいほど、発生するノイズ電圧は大きくなる。図3(b)からもわかる通り振動センサはノイズが飛び込みやすい特性を持っており、さらに、 R_s が大きいことからノイズの振幅値も大きくなる。図中に示さなかったが、ブリアンプ回路入力段や*

$$d = Vg \cdot tg$$

で与えられる。この式は振動センサ6aの一つに関するものであるが、同じ式により他の3つの振動センサ6b~6dと振動ベン3の距離も同様にして表すことができる。

【0033】更に、より高精度な座標決定をするために、位相信号の検出に基づく処理を行なう。位相信号信※

$$d = n \cdot \lambda_p + Vp \cdot tp$$

となる。ここで、 λ_p は弾性波の波長、 n は整数である。

$$n = \text{int} [(Vg \cdot tg - Vp \cdot tp) / \lambda_p + 1 / N] \quad (3)$$

と表される。

【0035】ここで、 N は“0”以外の実数であり、適当な値を用いる。例えば、 $N=2$ とすれば $\pm 1/2$ 波長

*配線中にも規制容量(キャパシタンス)が存在するが、 C_s に比べると2桁以上小さいために、 R_a が大きくても飛び込むノイズはさほど大きくはならない。よって、センサのシールドが大切であり、電磁誘導ノイズの防止に効果的であることがわかる。

【0028】<振動伝搬時間検出の説明(図4、図5)>以下、振動検出センサ3までの振動到達時間を計測する原理に付いて説明する。

【0029】図4は信号波形検出回路11に入力される検出波形と、それに基づく振動伝達時間の計測処理を説明するための図である。尚、以下、振動センサ6aの場合に付いて説明するが、その他の振動センサ6b、6c、6dについても全く同じである。

【0030】振動センサ6aへの振動伝達時間の計測は、振動子駆動回路2へのスタート信号の出力と同時に開始することは既に説明した。この時、振動子駆動回路2から振動子4へは駆動信号41が印加されている。この信号41によって、振動ベン3から振動伝達板10に伝達された超音波振動は、振動センサ6aまでの距離に応じた時間をかけて進行した後、振動センサ6aで検出される。

【0031】図示の42で示す信号はセンサ6aが検出した信号波形を示している。この実施例で用いられている振動は板波であるため振動伝達板10内での伝播距離に対して検出波形のエンベロープ43と位相42の関係は振動伝達中に、その伝達距離に応じて変化する。ここで、エンベロープ43の進む速度、即ち、群速度を Vg 、そして位相42の位相速度を Vp とする。この群速度 Vg 及び位相速度 Vp から振動ベン3と振動センサ6a間の距離を検出することができる。

【0032】まず、エンベロープ43にのみ着目すると、その速度は Vg であり、ある特定の波形上の点、例えば変曲点や図示43で示す信号のようにピークを検出すると、振動ベン3及び振動センサ6aの間の距離は、その振動伝達時間を tg として、

$$(1)$$

※号42の特定の検出点、例えば振動印加から、ある所定の信号レベル431後のゼロクロス点までの時間を tp 、47(レベル431を超えた時間より所定幅の窓信号46を生成し、位相信号42と比較することで得る)とすれば、振動センサと振動ベンの距離は、

$$(2)$$

★【0034】前記(1)式と(2)式から上記の整数 n は、

以内の tg 等の変動であれば、 n を決定することができる。上記のようにしてもとめた n を(2)式に代入することで、振動ベン3及び振動センサ6a間の距離を精度

良く測定することができる。ところで、実際に信号波形検出回路11により計時されるのは、振動ペン内部や回路での遅延時間のオフセットを含んだ $t g'$ 、 $t p'$ であるが、(2)式や(3)式に代入する際に、そのオフセット分を差し引いて $t g$ 、 $t p$ に直しておく必要がある。上述した2つの振動伝達時間 $t g'$ および $t p'$ の測定のため信号45及び47の生成は、信号波形検出回路11により行なわれるが、この信号波形検出回路11は図5に示すように構成される。

【0036】図5は本実施例の信号波形検出回路11の構成を示すブロック図である。図5において、振動センサ6aの出力信号は、前置増幅回路(ブリアンプ回路)51により所定のレベルまで増幅される。増幅された信号は、帯域通過フィルタ511により検出信号の余分な周波数成分が除かれ、例えば、絶対値回路及び、低域通過フィルタ等により構成されるエンベロープ検出回路52に投入され、検出信号のエンベロープのみが取り出される。エンベロープ変曲点のタイミングは、エンベロープ変曲点検出回路53によって検出される。ピーク検出回路はモノマルチバイブレータ等から構成された $t g$ 信号検出回路54によって所定波形のエンベロープ遅延時間検出信号である信号 $t g'$ (図4信号45)が形成され、演算制御回路1に投入される。

【0037】一方、55は信号検出回路であり、エンベロープ検出回路52で検出されたエンベロープ信号43*

$$x = X/2 + (d1 + d2)(d1 - d2)/2X \quad (4)$$

$$y = Y/2 + (d1 + d3)(d1 - d3)/2Y \quad (5)$$

ここで、X、YはS2、S3の位置の振動センサと原点(0,0)のセンサとの距離である。また、相対座標は、簡単な計算処理によって座標入力装置の出力である絶対座標に変換できるので、ここでは説明は割愛する。

【0042】以上のようにして振動ペン3の位置座標をリアルタイムで検出することができる。

【0043】以上説明したように、センサとブリアンプ回路及び信号検出回路とを結ぶフレキシブルケーブルを2層構造とし、その内の1層をシグナルグランド層としたことで、振動センサとブリアンプ回路を電氣的に接続するだけで、電磁誘導ノイズの混入を防止するシールドが小型で安価に簡単な振動センサ部を構成することができる。

【0044】また、バネ等により、または、フレキシブルケーブルの信号層パターンの前記振動センサ中心位置に相当する箇所に、熱を加えることで前記振動センサの取り出し電極と半田付けされるような半田バンプをあらかじめ形成したことで、センサの特性を損ねることなく、かつ組立時に簡単に電氣的な接続(配線)が可能となる。

【0045】さらに、フレキシブルケーブルが、前記振動センサで検出された信号を必要な振幅まで増幅するブリアンプ回路用のランドを備え、前記振動センサ用のラ

*中の所定レベルの閾値信号431を越える部分のパルス信号を形成する。56は単安定マルチバイブレータであり、パルス信号の最初の立ち上がりでトリガされた所定時間幅のゲート信号46を開く。57は $t p$ コンパレータであり、ゲート信号46の開いている間の位相信号42の最初の立ち上がりのゼロクロス点を検出し、位相遅延時間信号 $t p$ 47が演算制御回路1に供給されることになる。尚、以上説明した回路は振動センサ6aに対するものであり、他の振動センサにも同じ回路が設けられている。

【0038】<座標位置算出の説明(図6)>次に実際に振動ペン3による振動伝達板10上の座標位置検出の原理を説明する。

【0039】今、先に説明した原理に基づいて、振動ペン3の位置Pから各々の振動センサ6a~6dの位置までのそれぞれの直線距離を求めることができる。更に、4個の距離データから一つを除いた3個の距離データから、振動ペン3の位置Pの座標を3平方の定理から求めることができる。

【0040】図6では、S1に配置したセンサ位置を座標(0,0)とし、S2の位置のセンサ方向をx軸、それに直交するS3の方向をy軸とした相対座標値を算出している。相対座標値は次式のようにして求めることができる。

【0041】

ンドとは別に前記ブリアンプ回路の出力及び、電源用の配線を備えることで、配線に必要な部品点数が削減し、部品実装体積が縮小し、小型で安価な振動センサが実現する。

【0046】尚、本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても1つの機器から成る装置に適用しても良い。また、本発明は、システム或は装置にプログラムを供給することによって達成される場合にも適用できることはいうまでもない。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、本発明にかかる振動検出装置は、振動センサの電磁シールド及び振動センサ回りの配線を、小型かつ安価に構成できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】座標入力装置の概略説明図である。

【図2】フレキシブルケーブルの概略形状図である。

【図3】電磁誘導ノイズの説明図である。

【図4】信号処理のタイミングチャートである。

【図5】信号検出回路の構成を示すブロック図である。

【図6】座標位置算出のための説明図である。

【符号の説明】

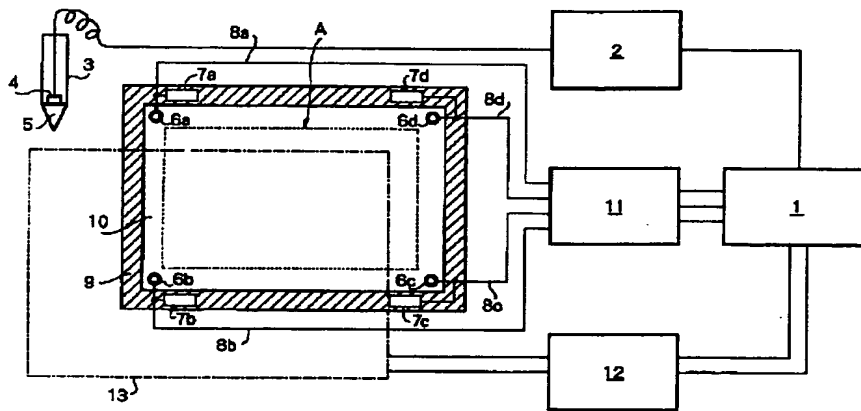
1 演算制御回路、

- 3 振動ペン、
6 振動センサ、
7 プリアンプ回路、

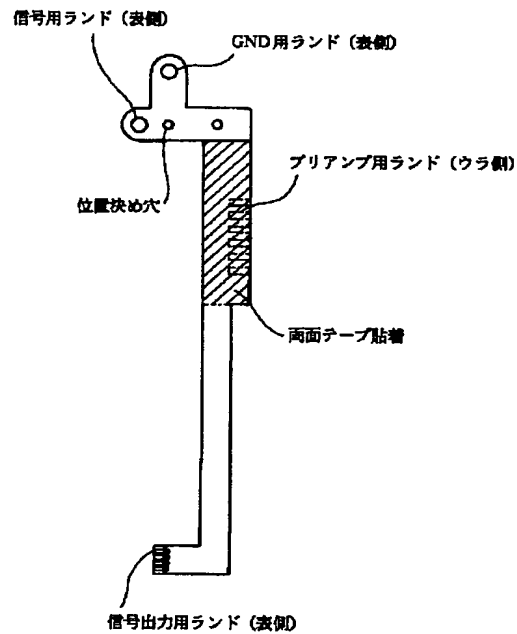
- * 8 フレキシブルケーブル、
11 信号検出回路である。

*

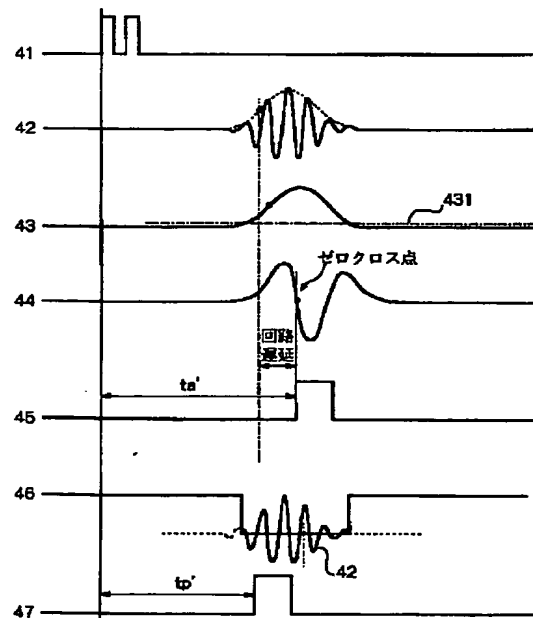
【図1】



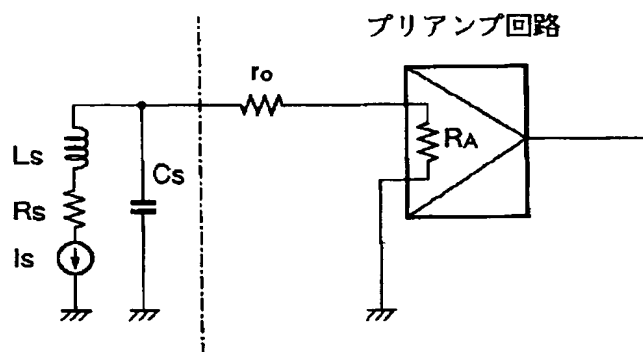
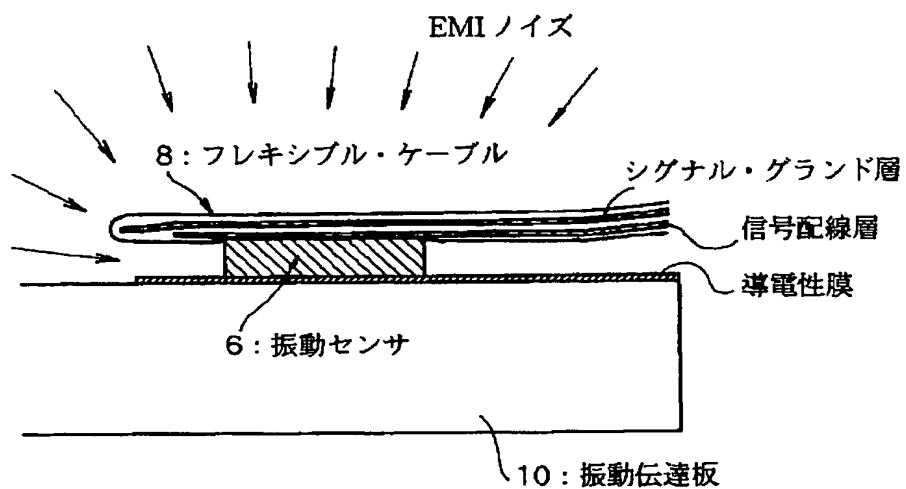
【図2】



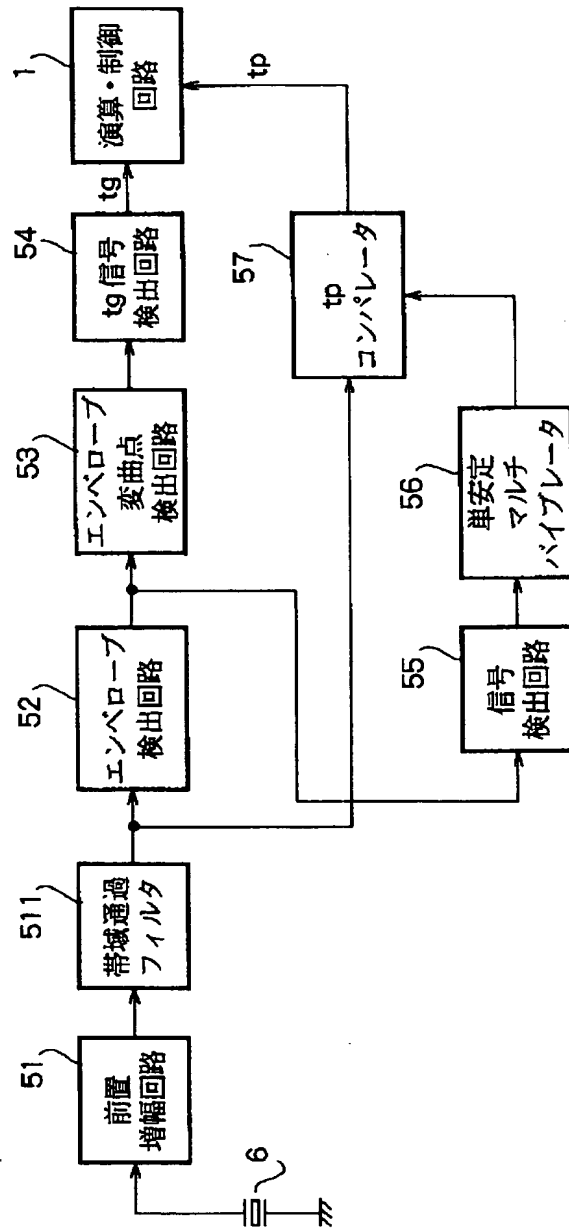
【図4】



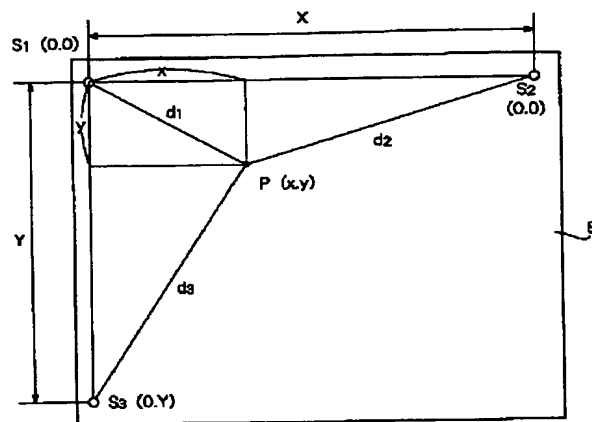
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 吉村 雄一郎
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 小林 克行
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(72)発明者 柳沢 亮三
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内